

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 541 371

(21) N° d'enregistrement national :

83 16618

(51) Int Cl³ : F 02 C 7/18.

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(12)

(22) Date de dépôt : 19 octobre 1983.

(30) Priorité : US, 22 février 1983, n° 468.216.

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 34 du 24 août 1984.

(60) Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

(71) Demandeur(s) : GENERAL ELECTRIC COMPANY. — US.

(72) Inventeur(s) : Phillip Daniel Napoli, Robert William Harris
et Thomas August Briskin.

(73) Titulaire(s) :

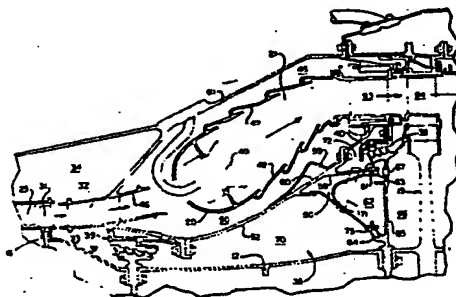
(74) Mandataire(s) : Alain Catherine.

(54) Circuit de refroidissement pour moteur à turbine à gaz.

(57) Circuit de refroidissement amélioré qui permet de mieux
séparer l'air de refroidissement des aubes de turbine de l'air
circulant entre le rotor et le stator du moteur.

Il comprend un ensemble de rotor 12, un carter annulaire 51
de chambre de combustion placé concentriquement autour du
rotor, des premier et deuxième joints 37, 38 entre le rotor et
le carter de chambre de combustion définissant entre eux une
cavité 36, des troisième et quatrième joints 63, 64 entre le
rotor et le carter de chambre de combustion pour diviser la
cavité 36 en chambres amont, centrale et aval 70, 62, 72, le
carter de chambre de combustion 51 et le rotor 12 comportant
chacun des moyens de communication avec la chambre cen-
trale 62 pour y définir un circuit 56 d'air de refroidissement, et
des moyens 71 pour faire communiquer la chambre amont 70
avec la chambre aval 72 pour contourner le circuit d'air de
refroidissement 56 et ainsi freiner la circulation d'air dans et
hors de la chambre centrale 62 par rapport aux chambres
amont 70 et aval 72.

Application aux moteurs à turbine à gaz.



FR 2 541 371 - A1

Verne des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention — 75732 PARIS CEDEX 15

BEST AVAILABLE COPY

L'invention concerne les moteurs à turbine à gaz et en particulier les circuits de refroidissement d'air qui sont incorporés à ces moteurs.

Les moteurs à turbine à gaz enflamment intérieurement le combustible pour fournir une propulsion à des avions ou analogues. L'allumage du combustible provoque le fonctionnement à des températures très élevées de ces moteurs. De manière à éviter une surchauffe, il est souhaitable de munir de moyens de refroidissement, les différentes parties du moteur pendant le fonctionnement. En particulier, les aubes rotatives (appelées globalement rotor) et les aubes fixes (appelées globalement stator) de la turbine, qui se trouve en aval de la chambre de combustion, doivent être refroidies pour fonctionner avec efficacité. Classiquement, on munit les aubes fixes et mobiles de la turbine d'un ensemble d'ouvertures à travers lesquelles on peut faire circuler de l'air pour réaliser cette fonction de refroidissement.

Classiquement, on envoie l'air vers la chambre de combustion du moteur par un compresseur d'admission ou une soufflante ou les deux. On dérive une partie de cet air et on l'utilise comme réfrigérant. On peut faire circuler directement l'air de refroidissement vers les pièces du stator du moteur et aussi à travers la cavité intérieure se trouvant entre le rotor et le stator du moteur. Cependant, avant que l'on puisse faire circuler l'air de refroidissement dans les aubes de turbine, il doit être transféré vers la structure du rotor du moteur, laquelle structure tourne très rapidement pendant le fonctionnement.

On sait que la température de l'air qui circule entre le rotor et le stator du moteur s'élève et devient impropre au refroidissement des aubes de turbine. En conséquence, on a conçu des circuits de refroidissement

pour transférer l'air de refroidissement au rotor du moteur par une chambre d'admission, située à une extrémité de la cavité entre le rotor et le stator du moteur. La chambre d'admission est isolée du reste de la cavité et est contournée par l'air qui refroidit la cavité. En conséquence, en théorie, on envoie l'air de refroidissement des aubes de turbine à partir du stator du moteur à travers la chambre d'admission et dans la structure du rotor sans qu'il soit contaminé par l'air qui circule dans le reste de la cavité.

L'efficacité d'un tel circuit d'air dépend de l'efficacité des joints utilisés pour séparer la chambre d'admission du reste de la cavité entre le rotor et le stator. Cependant, dans les conceptions classiques, on a remarqué que l'efficacité du joint s'altère pendant les conditions transitoires et de décollement du fait des variations rapides de températures ayant lieu à l'intérieur du moteur à ces moments là. On a effectué des essais pour remédier à cette situation en concevant des pièces de rotor et de stator en matériaux spécialement choisis qui ont des caractéristiques de dilatation thermique choisies pour obtenir une bonne compatibilité rotor-stator pendant ces régimes transitoires. Le brevet des E.U.A. n° 3 986 720 décrit une telle construction.

La présente invention a pour buts de:

. réaliser une structure de moteur à turbine à gaz ayant un circuit de refroidissement d'air qui envoie l'air dans une chambre d'admission située entre les parties fixes et tournantes du moteur de sorte que l'on réduit la contamination de l'air de refroidissement; et

. réaliser un circuit de refroidissement ayant une configuration plus efficace de contournement d'air et de joint pour la chambre d'admission du circuit.

Dans un mode de réalisation de l'invention, on définit une cavité entre les parties fixes et mobiles d'un moteur à turbine à gaz dans laquelle on fait circuler de l'air. On place des joints amont et aval à des extrémités opposées de la cavité qui règlent la circulation de l'air s'écoulant dans et hors de la cavité. On réalise un circuit d'air de refroidissement du rotor du moteur qui canalise l'air provenant de la partie fixe du moteur vers le rotor à travers la cavité placée entre les parties. Le circuit de refroidissement d'air du rotor comporte une chambre d'admission où l'air de refroidissement est accéléré et transféré vers le rotor du moteur. La chambre d'admission est délimitée par deux joints supplémentaires qui conjointement, avec les autres joints de la cavité, définissent des chambres en amont et en aval de la chambre centrale d'admission. Un circuit de dérivation envoie l'air qui circule à l'intérieur de la chambre en amont vers la chambre en aval (en contournant la chambre d'admission) de sorte que l'air de refroidissement circulant dans la chambre d'admission n'est pas contaminé par l'air circulant entre le rotor et le stator du moteur.

Un autre aspect de l'invention tient à la dissociation de la structure de la chambre d'admission des équerres de support de joint d'extrémité fabriquées en matériaux spéciaux, ce qui évite les problèmes liés aux joints de soudure provoqués par les températures variables à l'intérieur du moteur pendant son fonctionnement sans sacrifier les joints conçus pour obtenir une bonne compatibilité entre les caractéristiques de dilatation thermique des parties fixes et rotatives.

De plus, le circuit de refroidissement de l'invention permet la réduction de la taille du rayon du joint en amont de la chambre d'admission par rapport

aux moteurs classiques de ce type et sa séparation des parties à réponse élevée de la structure de la chambre d'admission avec pour résultat une étanchéité plus efficace et moins de détérioration pendant le fonctionnement du moteur.

La description qui va suivre se réfère aux figures annexées qui représentent respectivement:

. figure 1, une représentation schématique d'un moteur à turbine à gaz dans lequel on peut utiliser un mode de réalisation de l'invention;

. figure 2, une vue en coupe partielle du moteur à turbine à gaz de la figure 1, montrant les détails d'un mode de réalisation de la présente invention;

. figure 3, une vue en coupe partielle d'un moteur à turbine à gaz de l'art antérieur; et

. figure 4, une vue agrandie d'une partie du moteur à turbine à gaz de la figure 2, montrant la construction d'une cavité d'admission selon les principes de la présente invention.

En liaison avec la figure 1, on a représenté un moteur à turbosoufflante 10 qui comprend un rotor de soufflante 11 et un rotor de générateur de gaz 12. Le rotor de soufflante 11 comporte une série d'aubes de soufflante 13 et 14 montées, pour rotation, sur un disque 16 et une turbine de soufflante ou turbine basse pression 17 qui entraîne le disque de soufflante 16 de manière connue. Le rotor du générateur de gaz 12 comprend un compresseur 18 et une turbine haute pression 19 qui entraîne le compresseur 18. Le générateur de gaz comporte aussi un système de combustion 21 qui mélange un combustible avec le courant d'air et allume le mélange pour injecter de l'énergie thermique dans le système.

En fonctionnement, l'air pénètre dans le moteur à turbine à gaz par une entrée d'air 22 réalisée au moyen

vers l'arrière à partir du système de combustion 21 vers une rangée d'aubes directrices haute pression 53 réparties circulairement, et ensuite à nouveau vers l'arrière pour frapper la rangée d'aubes de turbine 54, réparties circulairement, de la turbine haute pression 19.

Les gaz chauds détendus provenant du système de combustion 21 traversent les aubes directrices 53 et les aubes mobiles 54 avec une pression élevée. En même temps, il y a une circulation d'air de refroidissement pour maintenir les températures des composants à un niveau acceptable. L'air de refroidissement pour les aubes de turbine 54 provient de la chambre annulaire 50 entourant la chambre de combustion. On envoie cet air dans une chambre 55 à l'intérieur du rotor 12 de générateur de gaz d'où il est dirigé dans les aubes de turbine 54 de manière classique. En conséquence, on a réalisé un circuit d'air de refroidissement 56 pour transférer l'air de refroidissement de la chambre 50 dans la cavité 36 (via la chambre 62) située entre le système de combustion fixe 21 et le rotor 12 du générateur de gaz sans contamination par l'air CDP qui circule dans la cavité 36.

La figure 3 représente un circuit d'air classique 56' pour envoyer l'air de refroidissement dans la chambre de rotor 55. L'air de refroidissement provenant de l'intérieur de la chambre annulaire 50 passe dans un collecteur 58' via les ouvertures 59, 60. L'air sort du collecteur 58' dans les ajutages de détente 61' et pénètre dans une chambre d'admission 62' définie par un joint à deux dents 64' et la cavité du joint à quatre dents 38'. Les ajutages de détente 61' canalisent l'air de refroidissement tangentiellement vers un disque d'étanchéité de turbine 65' ayant un ensemble annulaire d'ouvertures 67' qui communiquent avec la chambre intérieure de rotor 55. En conséquence, l'air de refroidissement

circulant dans la cavité d'admission 62' est accéléré. Il passe ensuite dans les trous 67' du disque et pénètre dans la chambre intérieure 55 du rotor d'où il est canalisé pour refroidir les aubes mobiles de turbine.

5 Dans cette conception classique, la cavité interne entre le système de combustion 21 et le rotor 12 du générateur de gaz est divisé en deux chambres 70', 62' par le joint d'admission 64'. Ce joint freine le courant d'air de la chambre avant 70', où circule l'air CDP, vers la chambre d'admission 62'. L'air CDP est canalisé par des conduits de traversée 71' dans le collecteur 58' dans une cavité 72' définie par la paroi 52 du carter de la chambre de combustion, l'équerre de support 40' du joint et le collecteur 58'. L'air CDP est alors évacué entre la première et la deuxième dent du joint à quatre dents 38' par les ouvertures 73' qui y sont situées.

15 En théorie, le joint à deux dents 64' minimise la contamination de l'air de refroidissement traversant la chambre 62' en favorisant l'écoulement de l'air CDP dans la première cavité interdentale 74' du joint à quatre dents 38', où il bloque aérodynamiquement le joint et diminue la demande parasite du joint qui siphonne l'air de la cavité d'admission 62'. L'incapacité du joint d'admission 64' à remplir sa fonction efficacement a pour résultat une température de refroidissement d'aube accrue, une température de métal augmentée et une durée de vie d'aube réduite. L'augmentation de la température d'aube de turbine pendant le décollage peut avoir pour résultat une diminution de la poussée disponible. On a remarqué que dans les moteurs utilisant cette conception classique, la détérioration fonctionnelle du joint d'admission 64' due au fonctionnement transitoire du moteur, augmente la température des aubes de turbines de 13,75 à 19,25°C à la puissance

du décollage et diminue le cycle des aubes et la durée de vie jusqu'à une rupture de 20% et 50% respectivement.

Comme on peut mieux le voir figure 4, la construction du circuit de refroidissement selon la présente invention diffère en plusieurs points. Un joint d'admission à une dent extérieur 63 et un joint d'admission à deux dents en gradins intérieur 64 divise la cavité 36 en une chambre avant 70, une chambre centrale d'admission 62 et une chambre arrière 72. On réalise un collecteur de traversée 58 de configuration choisie qui envoie l'air de refroidissement de la chambre 50 dans la chambre d'admission 62 par les ajutages de détente 61 à réponse thermique élevée. On réalise des conduits de traversée 71 pour permettre à l'air CDP de s'écouler directement de la chambre avant 70 dans la chambre arrière 72 en contournant la chambre d'admission 62.

A la différence de la conception classique représentée figure 3, le collecteur 58 est séparé du support 40 du joint à quatre dents 38. La séparation du support 40 du collecteur 58 permet l'utilisation de matériaux différents pour chacun de ces composants pour assurer une bonne compatibilité rotor-stator à la fois pendant le régime permanent et le régime transitoire sans qu'il soit nécessaire d'avoir un joint de soudure bi-métallique. En conséquence, les problèmes liés aux joints de soudure bi-métallique qui résultent de différences dans les caractéristiques de dilatation thermique sont éliminés.

Le collecteur 58 a un prolongement 74 se projetant vers l'intérieur qui supporte le siège fixe 75 du joint à deux dents 64. Par conséquent, le joint 64 n'est pas seulement séparé de l'ajutage de détente 61 mais aussi le rayon du joint 64 est diminué si on compare avec la conception classique (représentée figure 3). La séparation mécanique et thermique du

siège de joint 75 des ajutages de détente 61 à réponse élevée permet une meilleure compatibilité de réponse thermique du stator en jouant sur la masse du stator et les propriétés du matériau. Diminuer le rayon du joint réduit la déformation par dilatation mécanique globale présentée par la composante rotorique du joint 64 pendant le fonctionnement en régime permanent et en régime transitoire. Ces caractéristiques couplées avec le dessin en "dent et gradin" du joint 64 a pour résultat une détérioration diminuée du joint, une amélioration du jeu de fonctionnement et une diminution de la zone de fuite dans l'écoulement.

Tandis que le joint d'admission intérieur 64 améliore l'écoulement d'air CDP de la première chambre 70 dans les conduits de dérivation 71, le joint d'admission à une dent extérieur 63 augmente la résistance à l'écoulement entre la chambre d'admission 62 et la chambre arrière 72 à partir de laquelle les demandes en air du joint arrière à quatre dents 38 doivent être satisfaites. Ce joint à une dent 63 a pour résultat une augmentation des pressions en retour du joint d'admission intérieur, une réduction du rapport de pression de fonctionnement du joint et une augmentation de la résistance à l'écoulement du joint lorsqu'on compare avec la conception de l'art antérieur représenté figure 3. Le joint à une dent 63 a aussi une construction inversée (si on compare aux autres joints) avec sa partie de siège entourée par sa partie dentée. Cette construction permet au joint d'admission extérieur 63 de fonctionner correctement bien qu'il soit couplé avec l'ajutage à réponse élevée 61.

On augmente l'efficacité des joints d'admission 63, 64 en réalisant un collecteur 58 en un matériau qui rend compatibles les caractéristiques de dilatation du stator avec celles du rotor. Dans la réalisation recommandée, le collecteur 58 est fabriqué en Rene'41

ou Inconel 718, des superalliages à base de Nickel, disponibles dans le commerce et bien connus de la technique; les conduits de traversée 71 ont un diamètre d'environ 0,95 cm qui est 1,5 fois supérieur au diamètre du conduit de traversée 71' de la conception classique. La présente invention simplifie aussi le dessin du joint à quatre dents 38 puisqu'il communique directement avec la cavité arrière 72 dans laquelle on envoie l'air CDP. L'intégration des caractéristiques précitées dans un système unifié augmente l'efficacité du circuit de refroidissement du rotor et améliore les performances et la durée de vie des aubes de turbine.

REVENDECATIONS

1. Turbomachine caractérisée en ce qu'elle comporte:

- 5 . un ensemble de rotor (12);
- . un carter annulaire (51) de chambre en combustion placé concentriquement autour du rotor;
- . des premier et deuxième joints (37,38) entre le rotor et le carter de chambre de combustion définissant entre eux une cavité (36);
- 10 . des troisième et quatrième joints (63,64) entre le rotor et le carter de chambre de combustion pour diviser la cavité (36) en chambres amont, centrale et aval (70,62,72);

15 . le carter de chambre de combustion (51) et le rotor (12) comportant chacun des moyens de communication avec la chambre centrale (62) pour y définir un circuit (56) d'air de refroidissement; et

- 20 . des moyens (71) pour faire communiquer la chambre amont (70) avec la chambre aval (72) pour contourner le circuit d'air de refroidissement (56) et ainsi freiner la circulation d'air dans et hors de la chambre centrale (62) par rapport aux chambres amont (70) et aval (72).

2. Turbomachine ayant un compresseur (18) pour envoyer de l'air à une chambre de combustion (20) qui entraîne une turbine haute pression (19) pour entraîner le compresseur, caractérisée en ce qu'elle comprend:

- 30 . un rotor reliant le compresseur et la turbine;
- . un carter annulaire (51) de chambre de combustion placé concentriquement autour du rotor (12) et définissant entre eux une cavité (36);
- 35 . un premier joint (37) entre le rotor et le carter de chambre de combustion pour freiner l'écoulement

d'air provenant du compresseur (18) dans la cavité (36);
 . un deuxième joint (38) entre le rotor et le
carter de chambre de combustion pour freiner l'écoule-
ment d'air provenant de la cavité (36) dans la turbine
haute pression (19);

5 . des troisième et quatrième joints (64,63)
entre le rotor et le carter de chambre de combustion
pour séparer la cavité (36) en une chambre amont (70)
délimitée par les premier et troisième joints (37,64),
10 une chambre centrale (62) délimitée par les troisième
et quatrième joints (64,63) et une chambre aval (72)
délimitée par les deuxième et quatrième joints (38,63);

15 . le carter de chambre de combustion et le
rotor comportant chacun des moyens de communication avec
la chambre centrale (62) pour y définir un circuit (56)
d'air de refroidissement; et

20 . des moyens de communication directe entre
la chambre amont (70) et la chambre aval (72) pour
contourner le circuit d'air de refroidissement et ainsi
freiner l'écoulement d'air dans et hors de la chambre
centrale (62) en rapport aux chambres amont (70) et aval (72).

3. Turbomachine selon la revendication 2,
caractérisée en ce que une structure de collecteur et
de traversée (58,71) constitue le moyen de communication
25 entre le carter (51) de chambre de combustion et la
chambre centrale (62) et le moyen de communication
entre la chambre amont (70) et la chambre aval (72); et
en ce que le moyen de communication du rotor avec la
chambre centrale comporte un ensemble annulaire d'ouver-
30 tures (67).

4. Turbomachine selon la revendication 2,
caractérisée en ce que le premier joint (37) est cons-
titué par un joint à cinq dents en gradin, le deuxième
joint (38) par un joint à quatre dents en gradin, le
35 troisième joint (63) par un joint à une dent.

5. Turbomachine selon la revendication 4, caractérisée en ce que le joint (63) à une dent comporte une partie de siège entourée par la partie dentée dudit joint.

5 6. Turbomachine selon la revendication 3, caractérisée en ce que le collecteur de traversée (58) comporte un ajutage de détente (61) communiquant avec la chambre centrale (62) et un moyen (74) pour supporter le troisième joint (64) en position espacée intérieurement de l'ajutage de détente (61).

10 7. Turbomachine selon la revendication 6, caractérisée en ce que la structure du collecteur de traversée (58) est constituée par un superalliage à base de nickel.

15 8. Turbomachine ayant un compresseur (18) pour envoyer de l'air à une chambre de combustion (20) qui entraîne une turbine haute pression (19) pour entraîner le compresseur, caractérisée en ce qu'elle comprend:

20 . un rotor reliant le compresseur et la turbine;

25 . un carter annulaire (51) de chambre de combustion placé concentriquement autour du rotor (12) et définissant entre eux une cavité (36) à travers laquelle l'air provenant du compresseur (18) est envoyé dans le courant d'éjection de la chambre de combustion;

30 . un premier joint (37) entre le rotor (12) et le carter (51) de chambre de combustion pour régler l'écoulement d'air provenant du compresseur dans la cavité;

35 . un deuxième joint (38) entre le rotor et le carter de chambre de combustion pour régler l'écoulement d'air provenant de la cavité dans le courant d'éjection de la chambre de combustion (20);

. des moyens pour envoyer l'air de refroidissement provenant de l'intérieur du carter de chambre de combustion par la cavité dans le rotor comportant:

5 - un collecteur (58) s'étendant à partir du carter de chambre de combustion dans la cavité (36);

10 - des troisième et quatrième joints (64,63) entre le collecteur (58) et le rotor (12) divisant la cavité (36) en une chambre avant (70) délimitée par les premier et troisième joints (37,64), une chambre centrale (62) délimitée par les troisième et quatrième joints (64,63) et une chambre arrière (72) délimitée par le deuxième et quatrième joint (38,63); et

15 - le collecteur comportant des conduits de traversée (71) faisant communiquer la chambre avant (70) avec la chambre arrière (71).

9. Turbomachine selon la revendication 8, caractérisée en ce que le collecteur comporte un ajutage de détente (61) communiquant avec la chambre centrale (62) et des moyens (74) pour supporter le troisième joint
20 espacé intérieurement de l'ajutage de détente (61).

10. Turbomachine selon la revendication 8, caractérisée en ce que le collecteur (58) est constitué par un superalliage à base de nickel.

11. Dans une turbomachine ayant un rotor (12),
25 un carter annulaire (51) de chambre de combustion placé concentriquement autour du rotor pour définir une cavité (36) entre eux, un premier joint (37) entre le rotor et le carter de chambre de combustion pour freiner l'écoulement d'air dans la cavité (36), et un
30 deuxième joint (38) entre le rotor et le carter de chambre de combustion pour freiner l'écoulement d'air hors de la cavité (36), méthode de circulation d'air de refroidissement provenant du carter de chambre de combustion dans le rotor caractérisé en ce qu'elle
35 consiste à:

. diviser la cavité (36) en une chambre

amont (70) délimitée par les premier et troisième joints (37,64), une chambre centrale (62) délimitée par les troisième et quatrième joints (64,63) et une chambre aval (72) délimitée par les deuxième et quatrième joints (38,63);

5

. canaliser l'air de refroidissement provenant du carter de chambre de combustion, à travers la chambre centrale (62) et dans le rotor; et

. canaliser l'air provenant de la chambre
10 amont (70) dans la chambre aval (72), en contournant la chambre centrale (62) freinant ainsi l'écoulement d'air dans et hors de la chambre centrale par rapport aux chambres amont (70) et aval (72).

12. Méthode selon la revendication 11, caracté-
15 risée en ce qu'elle consiste en outre à:

. réaliser un collecteur de traversée (58)
pour canaliser l'air de refroidissement du carter de chambre de combustion dans la chambre centrale (62) de la cavité (36) et pour canaliser l'air de la chambre
20 amont (70) directement dans la chambre aval (72) de la cavité (36); et

. réaliser des ouvertures (67) dans le rotor pour canaliser l'air de refroidissement de la chambre centrale (62) dans le rotor.

25

13. Méthode selon la revendication 12, caracté-
risée en ce que le collecteur de traversée (58) est
constitué par un superalliage à base de nickel.



FIG. 4

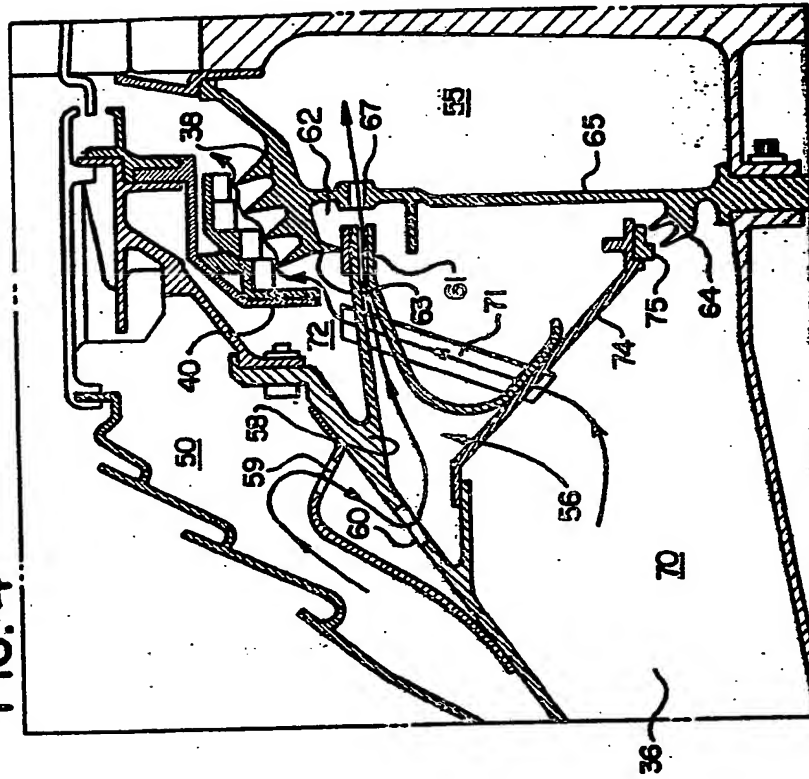
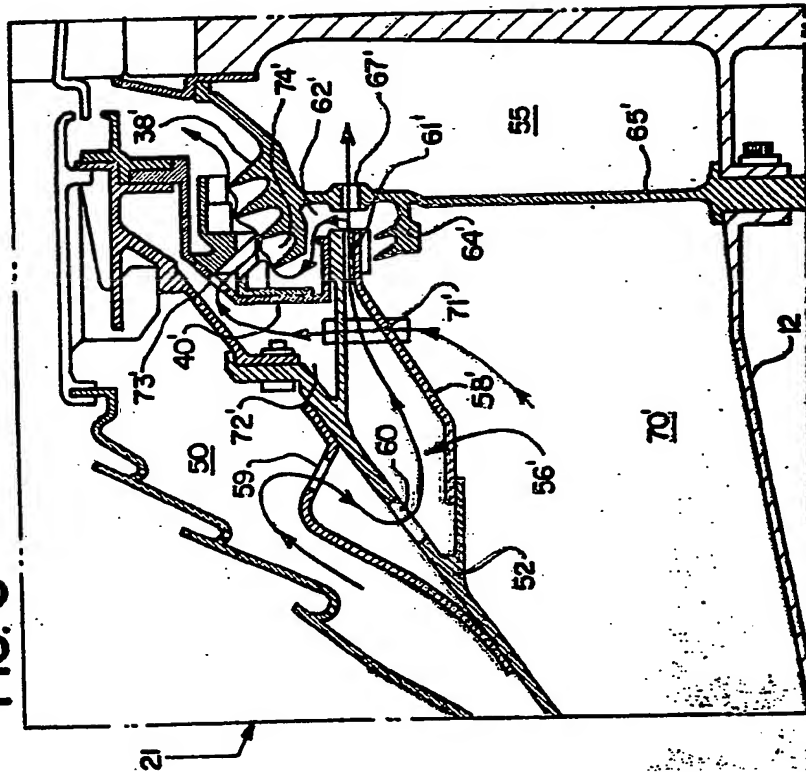


FIG. 3



THIS PAGE BLANK (USPTO)